

様々な高温熱源から高速プラズマ流体を媒体として高効率発電を行う「MHD（電磁流体力学）発電」を中心テーマとして、発電性能向上実証実験とプラズマ電磁流体数値シミュレーションを両軸に環境適合エネルギー変換（高効率電力発生）技術の実現を目指しています。宇宙でのエネルギー変換（宇宙用発電技術）や電磁流体技術の更なる展開も視野に入れています。様々な大学・分野から熱意ある学生が集い、楽しさと活気に溢れた雰囲気の中で一丸となって取り組んでいます。是非見学にいらして下さい。研究室一同歓迎致します。

令和4年度 研究室 メンバー

教授 奥野喜裕

D 2 Ork Kimsor

M 2 岡田 瑛 M 2 小寺義伸 M 2 村上勝也

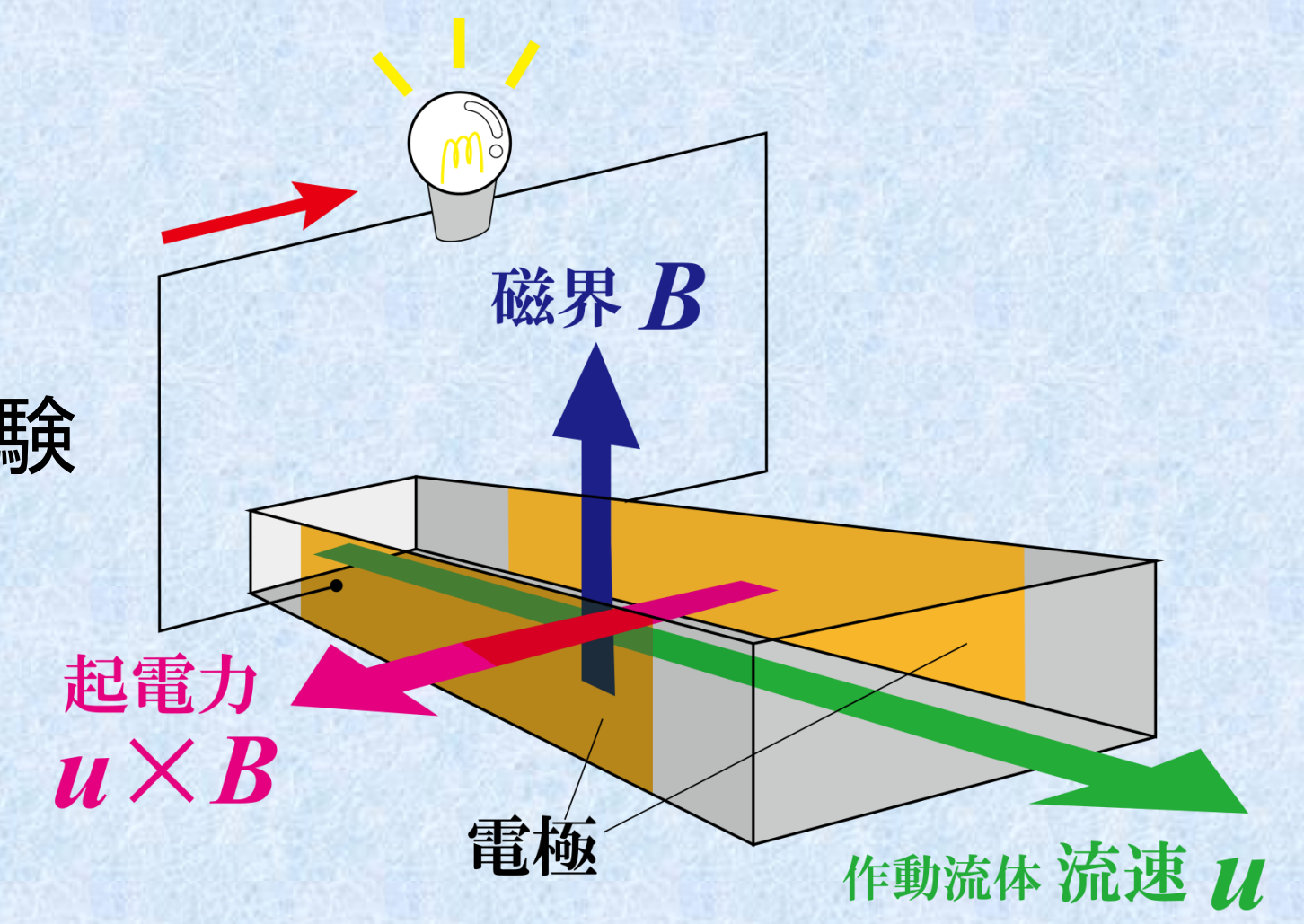
M 2 Leung, T. M. S.

M 1 十亀孝彰 M 1 田邊大登 M 1 増田 龍

B 4 笹田直良 B 4 福原美智也

主な研究テーマ

- * 環境適合型クリーンMHD発電の開発と高性能化実験
- * プラズマ・流体の電磁流体数値シミュレーション
- * 電磁流体を用いたエネルギー変換とその応用



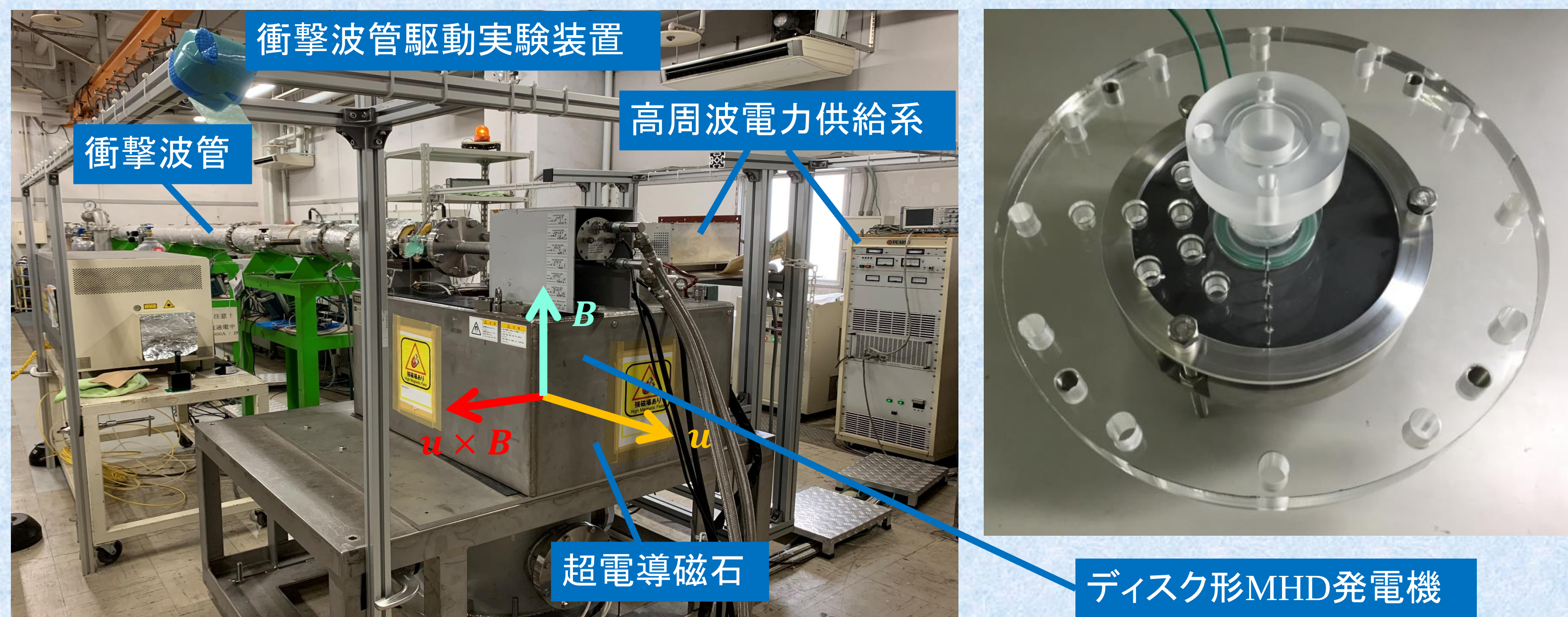
「MHD発電」に関連するテーマに興味のある方を募っています

希ガスプラズマを用いたMHD発電の高性能化に向けて

シード剤（アルカリ金属）を用いない環境適合性の高い高効率なMHDシステムの実用化を目指して、発電実験による高性能化実験を行っています。

■ 衝撃波管装置を用いた希ガスプラズマMHD発電実験

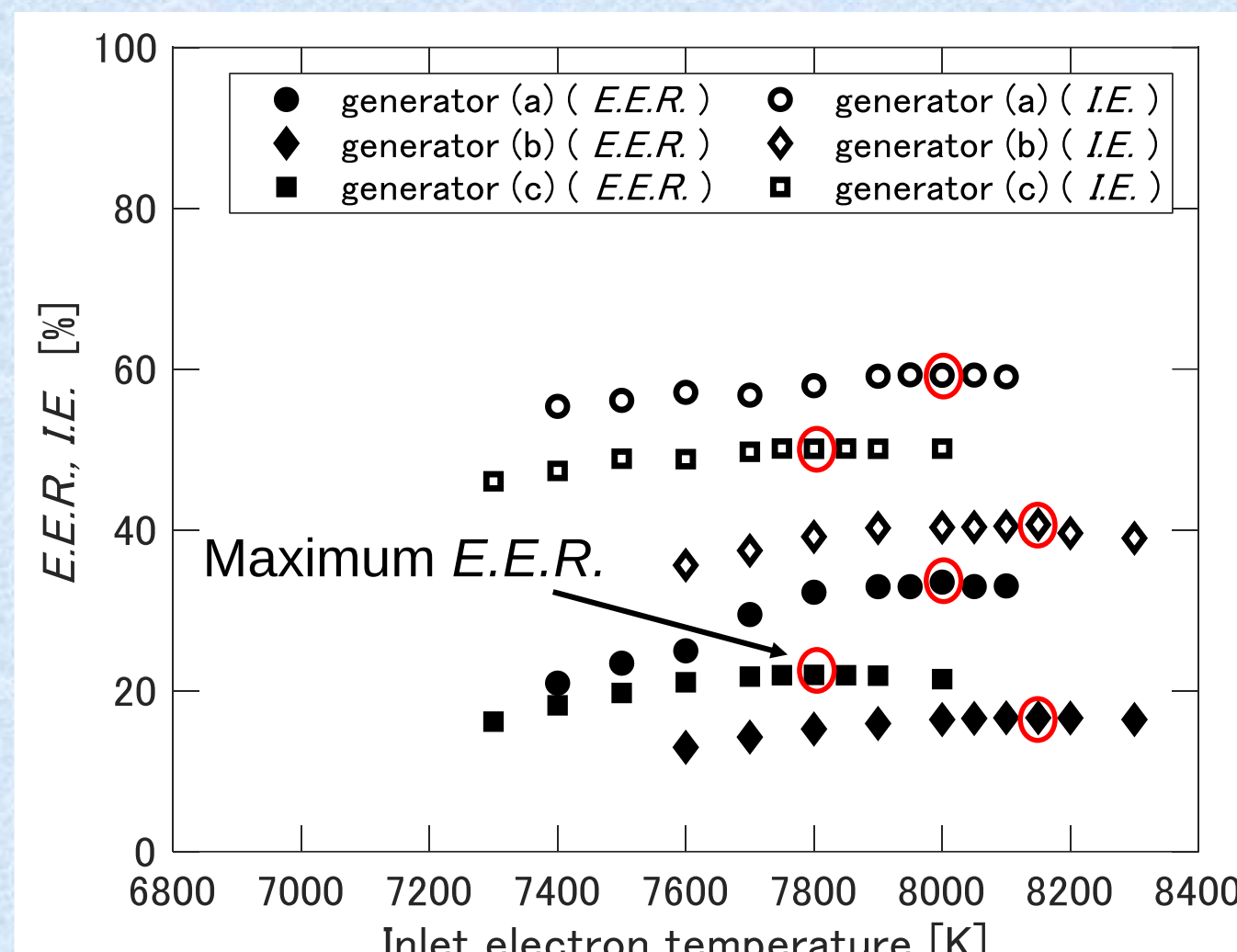
シード剤を用いない予備電離希ガスプラズマ方式を対象とした実証実験を衝撃波管装置を用いて行っています。予備電離希ガスプラズマ方式は、希ガスを発電機入口で予備電離して発電に必要な電気伝導度を得ます。予備電離なしではプラズマが生成されず、発電出力が得られないガス温度条件において、高周波電磁界により予備電離を行うことでプラズマが生成され、発電出力を得られることを世界で初めて実験的に実証しました。



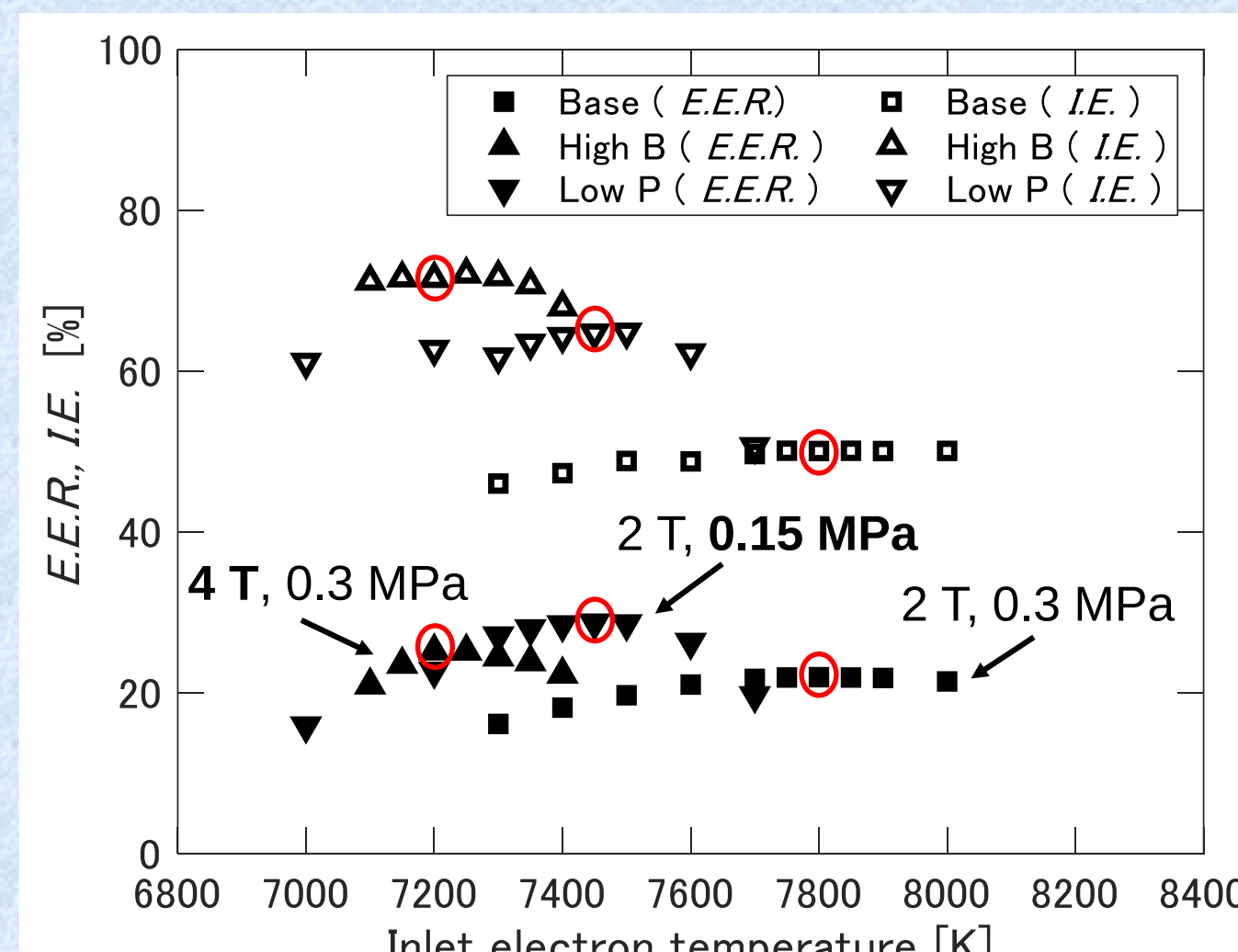
■ 予備電離希ガスプラズマMHD発電の電磁流体シミュレーション

予備電離希ガスプラズマMHD発電における発電特性およびプラズマ特性を詳しく調べるために数値シミュレーションを行っています。発電特性と発電機内のプラズマ構造をそれぞれ $r-z$ 、 $r-\theta$ 二次元数値シミュレーションにより検討しています。

$r-z$ 二次元数値シミュレーションでは、傾きの小さい発電機を用いて高印加磁束密度や低入口全圧で運転することにより、予備電離電力（電子温度）の低減と高発電性能が同時に達成可能となることが示されています。

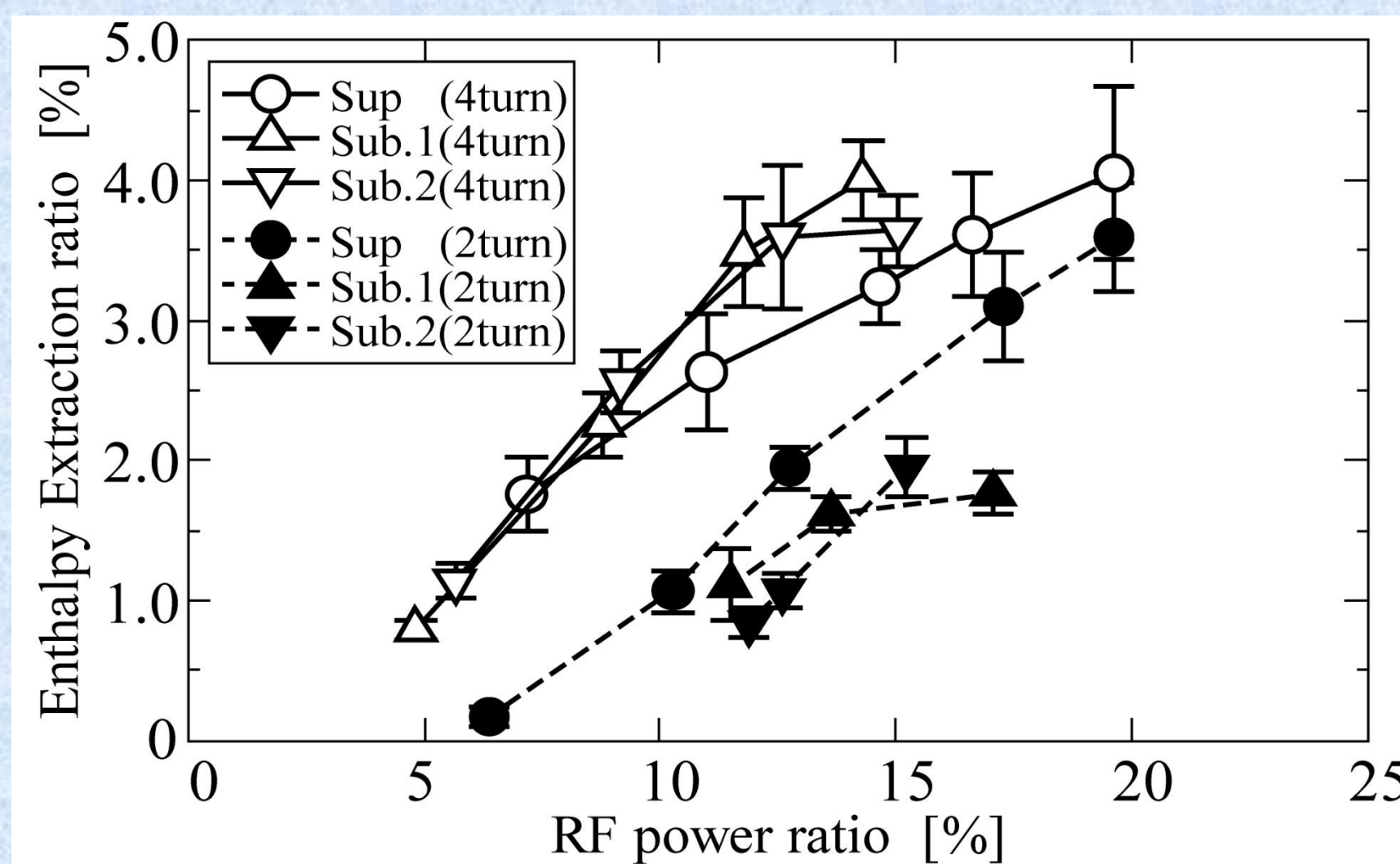


発電特性の発電機の断面積比依存 (A.R.)
(B=2.0 T, P_{0in}=0.3 MPa)

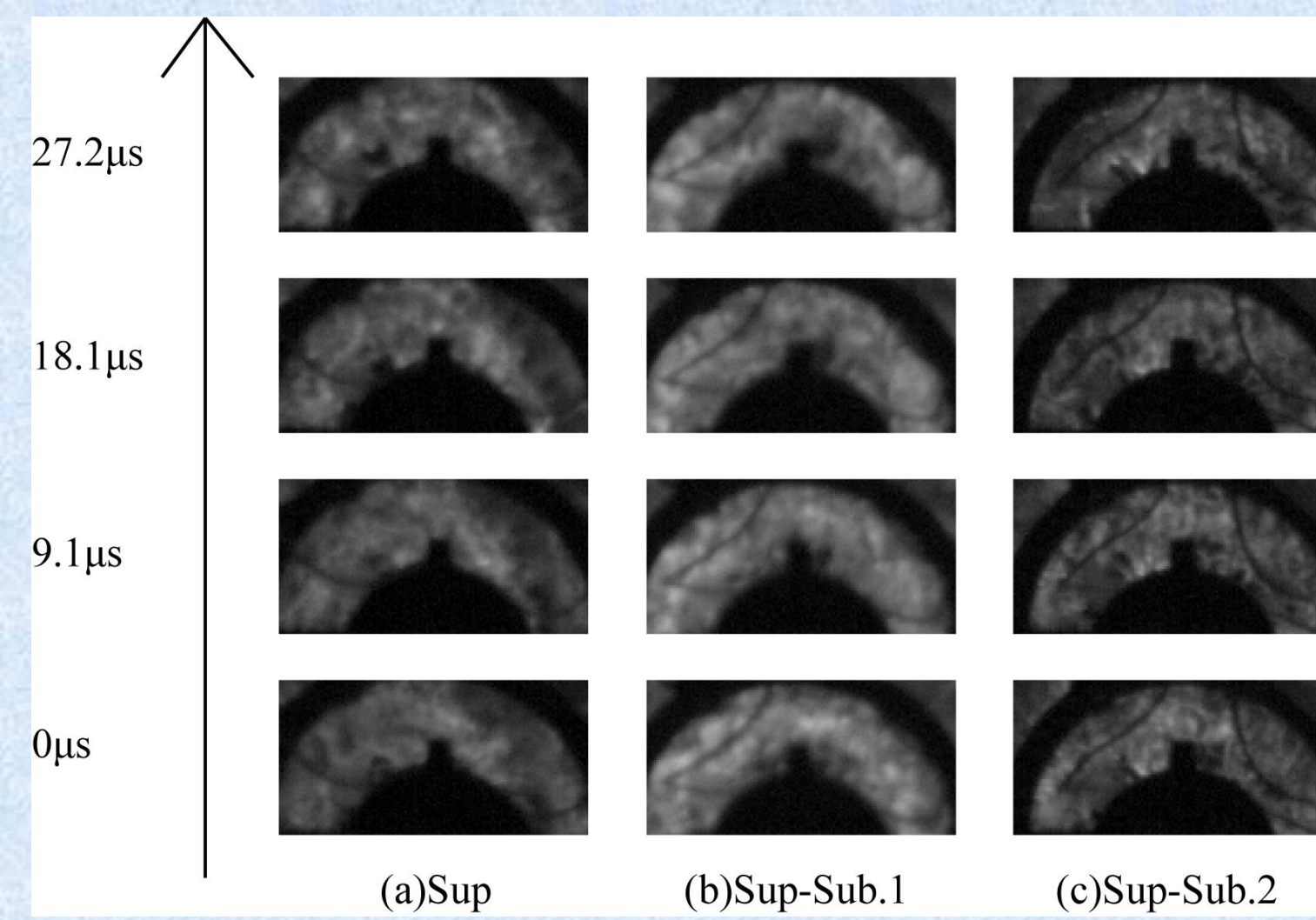


発電特性の運転条件依存性 (発電機(c))

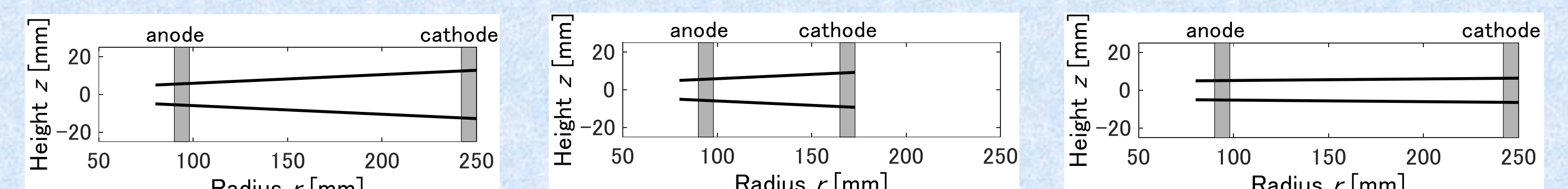
高周波誘導コイル配置の影響



コイル配置を変えた6種類の発電機での
エンタルピー抽出率のRF投入電力割合依存性

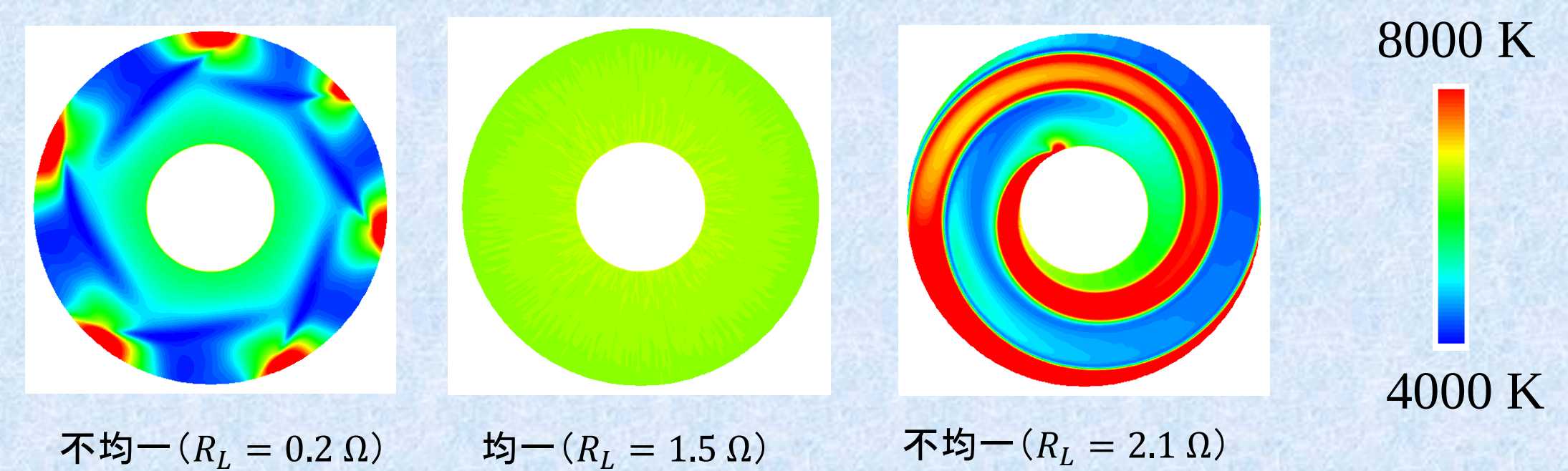


4turnコイル発電機を使用したときのプラズマ
挙動



発電機 (a): 大きい傾き, A.R.=8 発電機 (b): 短い, A.R.=4 発電機 (c): 小さい傾き, A.R.=4

$r-\theta$ 二次元数値シミュレーションでは、適切な負荷抵抗を接続した際には概ね均一なプラズマ構造と高い出力電力が得られることが示されています。作動気体をアルゴン(Ar)とする場合の適正な電子温度は約4000~8000 Kであることが示されています。発電性能への作動気体種類の影響も数値シミュレーションにより検討しています。



プラズマ構造(電子温度分布)

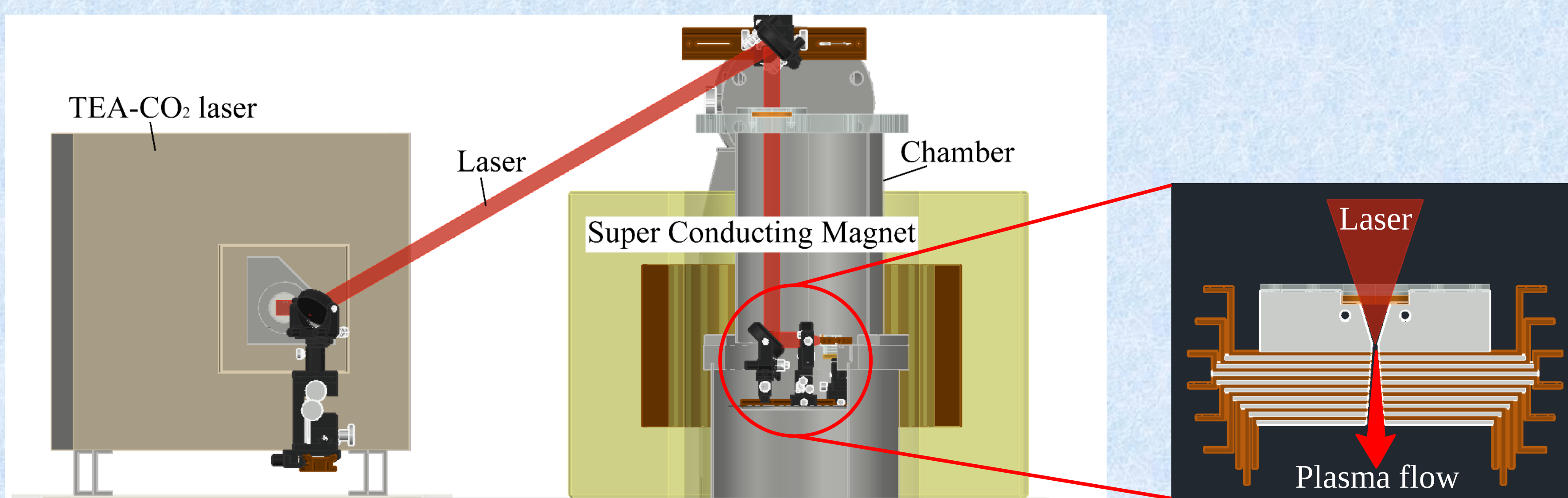
太陽光エネルギー高度利用型クリーンMHD発電の新展開

太陽光エネルギーの高度利用を念頭においたクリーンなMHD発電(エネルギー源はもちろんのこと、作動気体を希ガスとし、従来型のアルカリ金属等のシード剤を一切不要とする)の実現可能性を探ります。

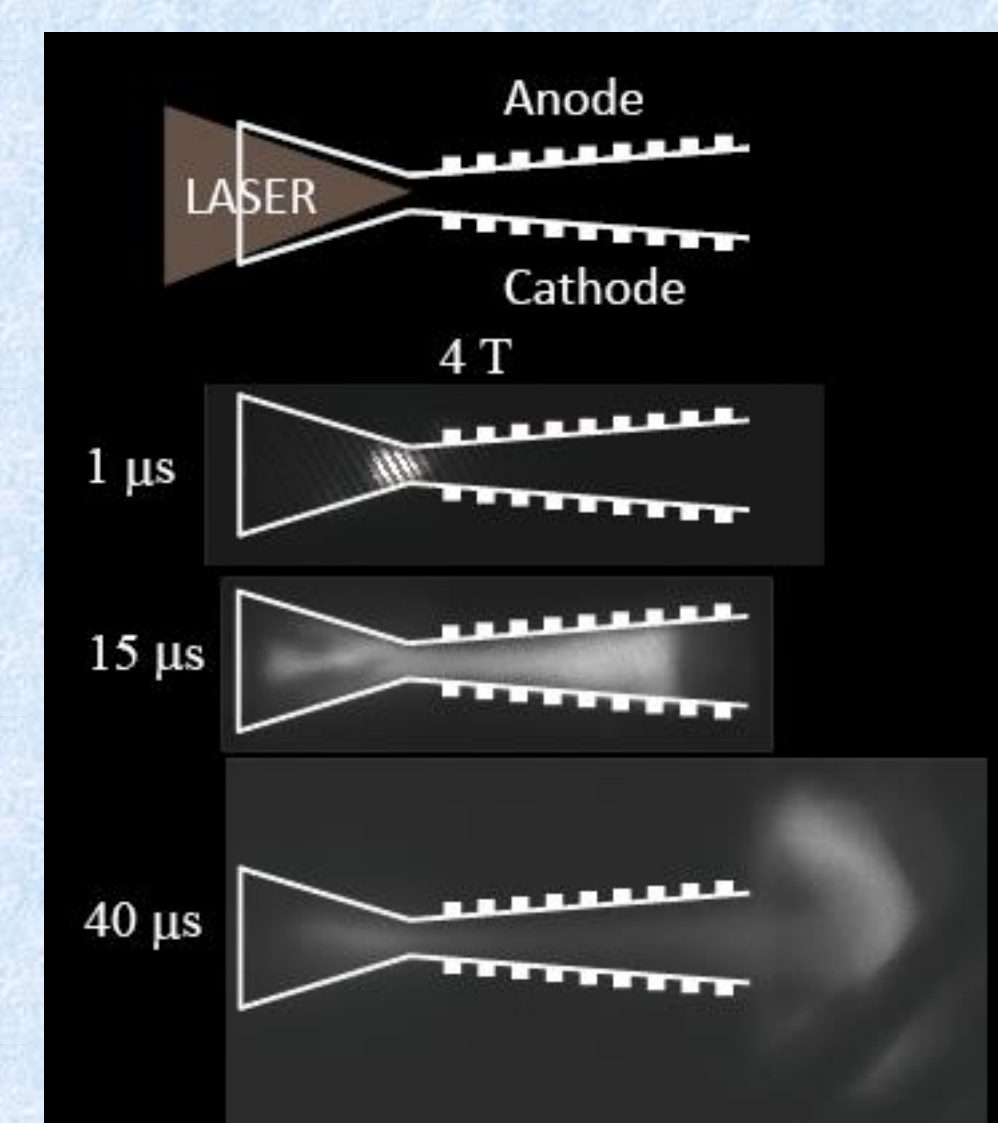
■ パルスレーザ駆動MHD電力変換

パルスレーザ駆動MHD電力変換とは航空宇宙機において、外部からエネルギーキャリアとしてのレーザ光を利用して高出力密度電力変換を行うものです。燃料の搭載を必要としないことから、軽量な変換システムとして期待されています。

奥野研究室では、CO₂レーザを用いたMHD電力変換の高性能化実験を行っています。生成されたプラズマが変換機内を流れる様子を高速度シャッターカメラにより撮影しています。

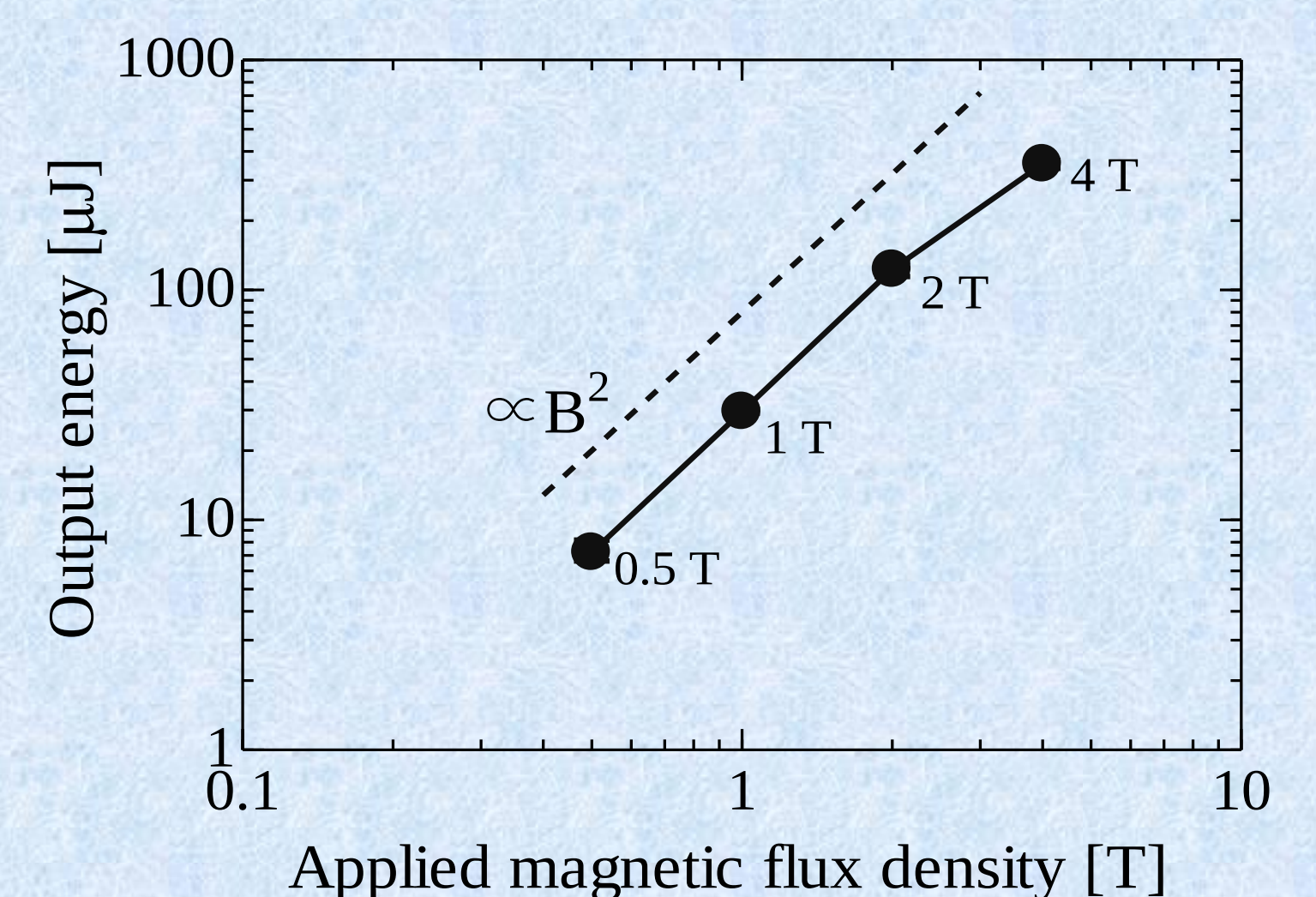


実験装置概略図



9分割電極変換機

変換機内のプラズマ挙動



出力エネルギーの磁界依存性